

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-098434

(43)Date of publication of application : 03.04.2003

(51)Int.Cl.

G02B 15/16

G02B 13/18

G03B 5/00

(21)Application number : 2001-292349 (71)Applicant : CANON INC

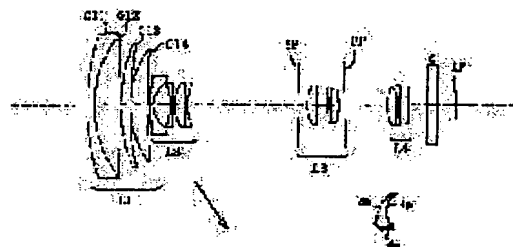
(22)Date of filing : 25.09.2001 (72)Inventor : HAMANO HIROYUKI

(54) ZOOM LENS AND OPTICAL EQUIPMENT HAVING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a zoom lens having a high variable power ratio, having high optical performance capable of sufficiently copying with a situation even in the case of using a solid-state imaging element consisting of many pixels, and optical equipment having the zoom lens.

SOLUTION: This zoom lens is provided with a 1st lens group immovable in the optical axis direction in the case of variable power and focusing and having positive refractive power, a 2nd lens group having a variable power function and having negative refractive power, a 3rd lens group having positive refractive power and a 4th lens group having a function for correcting an image surface fluctuated by the variable power and a focusing function and having positive refractive power in this order from the object side. The 1st lens group has one or more negative lenses and a plurality of positive lenses and satisfies conditional expressions; $30 < \nu < 40$, $P_{gf} < 0.6$ and $\nu + > 75$, where the Abbe number of the material of one negative lens in the 1st lens group is ν_- , the partial dispersion ratio thereof is P_{gf} and the average Abbe number of the material of a plurality of positive lenses in the 1st lens group is ν_+ .



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of

THIS PAGE BLANK (USPTO)

rejection]

[Kind of final disposal of application other
than the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-98434

(P2003-98434A)

(43) 公開日 平成15年4月3日 (2003. 4. 3)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 0 2 B 15/16		G 0 2 B 15/16	2 H 0 8 7
	13/18	13/18	
G 0 3 B 5/00		G 0 3 B 5/00	J

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2001-292349(P2001-292349)

(22) 出願日 平成13年9月25日 (2001. 9. 25)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 浜野 博之

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(74) 代理人 100086818

弁理士 高梨 幸雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ズームレンズ及びそれを有する光学機器

(57) 【要約】

【課題】 高変倍比で多くの画素よりなる固体撮像素子を用いたときにも、十分対応できる高い光学性能を有したズームレンズ及びそれを有する光学機器を得ること。

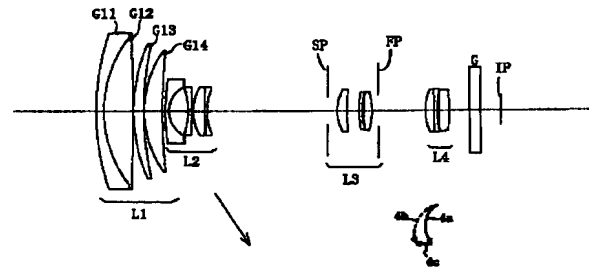
【解決手段】 物体側より順に、変倍及び合焦に際し光軸方向に不動で正の屈折力の第1レンズ群、変倍機能を有する負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、変倍により変動する像面の補正機能と合焦機能を有する正の屈折力の第4レンズ群を有したズームレンズにおいて、該第1レンズ群は1枚以上の負レンズと複数の正レンズを有し、該第1レンズ群中の1つの負レンズの材料のアップベ数を ν_- 、部分分散比を Pgf_- 、該第1レンズ群中の複数の正レンズの材料の平均アップベ数を ν_+ とすると、

$$30 < \nu_- < 40$$

$$Pgf_- < 0.6$$

$$\nu_+ > 75$$

なる条件式を満足すること。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 物体側より順に、変倍及び合焦の為に光軸方向に不動で正の屈折力の第 1 レンズ群、変倍機能を有する負の屈折力の第 2 レンズ群、正の屈折力の第 3 レンズ群、変倍により変動する像面の補正機能と合焦機能を有する正の屈折力の第 4 レンズ群を有したズームレンズにおいて、該第 1 レンズ群は 1 枚以上の負レンズと複数の正レンズを有し、該第 1 レンズ群中の 1 つの負レンズの材料のアッペ数を $\nu -$ 、部分分散比を $P_g f -$ 、該第 1 レンズ群中の複数の正レンズの材料の平均アッペ数を $\nu +$ とするとき、

$$3.0 < \nu - < 4.0$$

$$P_g f - < 0.6$$

$$\nu + > 7.5$$

なる条件式を満足することを特徴とするズームレンズ

【請求項 2】 前記第 1 レンズ群は、物体側より順に、物体側に比べ像側に屈折力の絶対値が大きい凹面を向けた負レンズ、正レンズ、正レンズを有することを特徴とする請求項 1 に記載のズームレンズ。

【請求項 3】 前記第 1 レンズ群は、物体側より順に、物体側に比べ像側に屈折力の絶対値が大きい凹面を向けた負レンズ、正レンズ、正レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス形状のレンズより成ることを特徴とする請求項 1 に記載のズームレンズ。

【請求項 4】 前記第 1 レンズ群の焦点距離を f_1 、第 1 レンズ群中の負レンズの焦点距離を f_{1N} とするとき、

$$1.2 < |f_{1N}|/f_1 < 2.2$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1、2 又は 3 に記載のズームレンズ。

【請求項 5】 前記第 1 レンズ群は、材料のアッペ数を ν_{1+} とするとき、

$$\nu_{1+} > 8.0$$

を満足する正レンズを 2 枚以上有することを特徴とする請求項 1、2、3 又は 4 に記載のズームレンズ。

【請求項 6】 前記第 2 レンズ群の焦点距離を f_2 、広角端における全系の焦点距離を f_w 、望遠端における全系の焦点距離を f_t とするとき、

【数 1】

$$1.7 < f_1/\sqrt{(f_w \cdot f_t)} < 2.9$$

$$0.3 < |f_2|/\sqrt{(f_w \cdot f_t)} < 0.6$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 7】 前記第 1 レンズ群中の 1 つの負レンズの物体側の面の曲率半径を R_{11a} 、像側の面の曲率半径を R_{11b} とするとき、

$$-3.8 < (R_{11b} + R_{11a}) / (R_{11b} - R_{11a}) < -2.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 から 6

のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 8】 前記第 1 レンズ群のもっとも物体側に位置する正レンズの物体側の面の曲率半径を R_{12a} 、像側の面の曲率半径を R_{12b} とするとき、

$$0.55 < (R_{12b} + R_{12a}) / (R_{12b} - R_{12a}) < 1.1$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 9】 前記第 2 レンズ群は、物体側より順に、物体側に比べ像側に屈折力の絶対値が大きい凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ、負レンズ、物体側に凸面を向けた正レンズ、負レンズを有することを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 10】 前記第 3 レンズ群全体を光軸に対し垂直方向の成分を持つように変位させて光軸に対し垂直方向の像位置の補正を行うことを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 11】 前記第 3 レンズ群は物体側より順に、物体側に凸面を向けた正レンズ G_{31} と、像面側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ G_{32} を有し、該正レンズ G_{31} の物体側の面の曲率半径を R_{31a} 、像側の面の曲率半径を R_{31b} 、該負レンズ G_{32} の物体側の面の曲率半径を R_{32a} 、像側の面の曲率半径を R_{32b} とするとき

$$1.3 < (R_{31b} + R_{31a}) / (R_{31b} - R_{31a}) < 2.3$$

$$-4.0 < (R_{32b} + R_{32a}) / (R_{32b} - R_{32a}) < -1.5$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 から 10 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 12】 撮像素子上に像を形成する為の光学系であることを特徴とする請求項 1 から 11 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 13】 請求項 1 ～ 12 のいずれか 1 項に記載のズームレンズと、該ズームレンズによって形成された像を受光する撮像素子を有することを特徴とする光学機器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、スチルカメラ、ビデオカメラ、銀塩写真用カメラそしてデジタルスチルカメラ等に好適なズームレンズ及びそれを有する光学機器に関する。

【0002】 この他本発明は、光学系の一部のレンズ群を光軸と垂直方向の成分を持つように移動させることにより、該光学系が振動（傾動）した時の撮影画像（画像）のぶれを光学的に補正して静止画像を得るようにし、撮影画像の安定化を図ったビデオカメラや銀塩写真用カメラ、デジタルカメラなどに好適な防振機能を有したズームレンズ及びそれを有する光学機器に関するものであ

る。

【0003】

【従来の技術】進行中の車や航空機等移動物体上から撮影しようとする、撮影系に振動が伝わり手振れとなり撮影画像にふれが生じる。従来より撮影画像のふれを防止する機能(防振機能)を有した防振光学系(ズームレンズ)が種々提案されている。

【0004】例えば、特開昭56-21133号公報では、光学装置に振動状態を検知する検知手段を設け、該検知手段からの出力信号に応じて、光学装置内の一部の光学部材を、振動による画像の振動的変位を相殺する方向に移動させることにより画像のふれを補正し(防振を行い)画像の安定化を図っている。特開昭61-223819号公報では、最も物体側に可変頂角プリズムを配置した撮影系において、撮影系の振動に対応させて該可変頂角プリズムのプリズム頂角を変化させて画像のふれを補正し、画像の安定化を図っている。特開平1-116619号公報や特開平2-124521号公報では、加速度センサーを利用して撮影系の振動を検出し、この時得られる信号に応じ、撮影系の一部のレンズ群を光軸と垂直方向に振動させることにより静止画像を得ている。

【0005】また特開平7-128619号公報では、正、負、正、正の屈折力の第1、第2、第3、第4レンズ群より成る4群構成の変倍光学系において第3レンズ群を正、負の屈折力の二つのレンズ群より構成し、このうち正の屈折力のレンズ群を振動させることにより画像のふれを補正している。特開平7-199124号公報では、正、負、正、正の屈折力の第1、第2、第3、第4レンズ群より成る4群構成の変倍光学系において、第3レンズ群全体を振動させて画像のふれを補正している。一方、特開平5-60974号公報では、正、負、正、正の屈折力の第1、第2、第3、第4レンズ群より成る4群構成のズームレンズにおいて、第3レンズ群を正レンズとメニスカス形状の負レンズより成るテレフォトタイプとしてレンズ全長の短縮化を図っている。

【0006】また、本出願人は、特願平11-213370号公報にて正、負、正、正の屈折力の第1、第2、第3、第4レンズ群より成る4群構成のズームレンズにおいて、第3レンズ群全体を振動させて画像のふれを補正するズームレンズを開示している。又第1レンズ群を物体側から順に、負レンズと正レンズからなる接合レンズと物体側に凸面を向けたメニスカス形状の正レンズの3枚のレンズ構成としている。

【0007】又、米国特許第5,583,699号、米国特許第5,886,828号、特開平7-92431号公報には、正、負、正、正の屈折力の第1、第2、第3、第4レンズ群より成る4群構成のズームレンズにおいて、第1レンズ群を物体側より順に、負レンズと正レンズからなる接合レンズ、物体側に凸面を向けたメニ

スカ形状の正レンズを2枚設け、合計4枚で構成しているズームレンズが開示されている。

【0008】また特開2000-305016号公報では同じく正、負、正、正の屈折力の第1、第2、第3、第4レンズ群より成る4群構成のズームレンズにおいて、第1レンズ群に分散の少ない硝材より成るレンズを使用することで、特に望遠端における色収差の改善を図っている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】一般に、画像のふれを補正する防振手段を撮影系の前方に配置し、該防振手段の構成する一部の可動レンズ群(可動部材)を振動させて撮影画像のふれを無くし、静止画像を得る方法は装置全体が大型化し、且つ該可動レンズ群を移動させるための移動機構が複雑化してくるという問題点があった。

【0010】又、可変頂角プリズムを利用して防振を行う光学系では、特に長焦点距離側において防振時に偏心倍率色収差の発生量が多くなるという問題点があった。

【0011】一方、撮影系の一部のレンズを光軸に対して垂直方向に平行偏心させて防振を行う防振光学系においては、防振のために特別に余分な光学系を必要としないという利点はあるが、移動させるレンズのための空間を必要とし、また防振時における偏心収差の発生量が多くなってくるという問題点があった。

【0012】また正、負、正、正の屈折力の第1、第2、第3、第4レンズ群より成る4群構成の変倍光学系において、第3レンズ群全体を光軸に垂直方向に移動させて防振を行った場合、第3レンズ群を全長短縮のため正レンズとメニスカス形状の負レンズのテレフォトタイプで構成したとき、偏心コマや偏心像面湾曲といった偏心収差が多く発生して画質が劣化するという問題点があった。

【0013】更に、以上の従来例でズーム比が8倍以上のものはビデオカメラ等には対応出来るが、100万画素以上の多くの画素より成る撮像手段を用いたデジタルカメラに使用するには収差補正の点で不十分であった。

【0014】第1レンズ群を負レンズと正レンズからなる接合レンズと、メニスカス形状の正レンズ1枚の計3枚で構成した場合、レンズ構成は簡素化されるが8倍以上の変倍比を有し、多くの画素を含む固体撮像素子を用いた撮像装置用としては、望遠側の軸上色収差の補正が不十分で、特に二次スペクトルの補正が不十分であった。

【0015】また、第1レンズ群を負レンズと正レンズからなる接合レンズと、2枚のメニスカス形状の正レンズより構成として、レンズ枚数を増やし、このとき正レンズの材料に低分散ガラスを用いると二次スペクトルが低減される。このような構成を有した防振機能を有するズームレンズが、特開平7-92431号公報で提案されているが、変倍時に第4レンズ群を固定とし、防振時

10

20

30

40

50

に第4レンズ群の一部を振動させているため、第4レンズ群の構成レンズ枚数が多く、小型化の点で不利である。また米国特許第5,886,828号や米国特許第5,583,699号で提案されている防振機能を有しないズームレンズでは、第2レンズ群を、負レンズ2枚、正レンズ1枚で構成しているため、ズーム比が8倍以上で、100万画素以上の画素を含む撮像手段を用いるデジタルカメラ用のズームレンズとしては、変倍全域における倍率色収差の補正が必ずしも十分でない。

【0016】また特開2000-305016号公報では、第1レンズ群に分散の少ない硝材を使用しているが、負レンズの部分分散が大きいため、2次スペクトルの低減効果が十分得られていない。

【0017】本発明は、高変倍比で多くの画素よりなる固体撮像素子を用いたときにも、十分対応できる高い光学性能を有したズームレンズ及びそれを有する光学機器の提供を目的とする。

【0018】この他本発明は、光学系の一部を構成する比較的小型軽量のレンズ群を光軸と垂直方向の成分を持つように移動させて、該光学系が振動（傾動）したときの画像のぶれを補正するように構成するとともに、画素のぶれを補正するためのレンズ群の構成を適切なものとするにより、装置全体の小型化、機構上の簡素化及び駆動手段の負荷の軽減化を図りつつ、該レンズ群を偏心させた時の偏心収差を良好に補正した防振機能を有し、かつ望遠側の二次スペクトルを良好に補正し、100万画素以上の画素を含む撮像素子を用いたカメラであっても、十分対応することができるズームレンズ及びそれを有する光学機器の提供を目的とする。

【0019】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明のズームレンズは、物体側より順に、変倍及び合焦の為に光軸方向に不動で正の屈折力の第1レンズ群、変倍機能を有する負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、変倍により変動する像面の補正機能と合焦機能を有する正の屈折力の第4レンズ群を有したズームレンズにおいて、該第1レンズ群は1枚以上の負レンズと複数の正レンズを有し、該第1レンズ群中の1つの負レンズの材料のアップベ数を ν_{-} 、部分分散比を $P_g f_{-}$ 、該第1レンズ群中の複数の正レンズの材料の平均アップベ数を ν_{+} とすると、

$$30 < \nu_{-} < 40$$

$$P_g f_{-} < 0.6$$

$$\nu_{+} > 75$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

【0020】請求項2の発明は請求項1の発明において前記第1レンズ群は、物体側より順に、物体側に比べ像側に屈折力の絶対値が大きい凹面を向けた負レンズ、正レンズ、正レンズを有することを特徴としている。

【0021】請求項3の発明は請求項1の発明において

前記第1レンズ群は、物体側より順に、物体側に比べ像側に屈折力の絶対値が大きい凹面を向けた負レンズ、正レンズ、正レンズ、物体側に凸面を向けたメニスカス形状のレンズより成ることを特徴としている。

【0022】請求項4の発明は請求項1、2又は3の発明において前記第1レンズ群の焦点距離を f_1 、第1レンズ群中の負レンズの焦点距離を f_{1N} とすると、

$$1.2 < |f_{1N}|/f_1 < 2.2$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

【0023】請求項5の発明は請求項1、2、3又は4の発明において前記第1レンズ群は、材料のアップベ数を ν_{1+} とすると、

$$\nu_{1+} > 80$$

を満足する正レンズを2枚以上有することを特徴としている。

【0024】請求項6の発明は請求項1から5のいずれか1項の発明において前記第2レンズ群の焦点距離を f_2 、広角端における全系の焦点距離を f_w 、望遠端における全系の焦点距離を f_t とすると、

【0025】

【数2】

$$1.7 < f_1/\sqrt{(f_w \cdot f_t)} < 2.9$$

$$0.3 < |f_2|/\sqrt{(f_w \times f_t)} < 0.6$$

【0026】なる条件式を満足することを特徴としている。

【0027】請求項7の発明は請求項1から6のいずれか1項の発明において前記第1レンズ群中の1つの負レンズの物体側の面の曲率半径を R_{11a} 、像側の面の曲率半径を R_{11b} とすると、

$$-3.8 < (R_{11b} + R_{11a}) / (R_{11b} - R_{11a}) < -2.0$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

【0028】請求項8の発明は請求項1から7のいずれか1項の発明において前記第1レンズ群のもっとも物体側に位置する正レンズの物体側の面の曲率半径を R_{12a} 、像側の面の曲率半径を R_{12b} とすると、

$$0.55 < (R_{12b} + R_{12a}) / (R_{12b} - R_{12a}) < 1.1$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

【0029】請求項9の発明は請求項1から8のいずれか1項の発明において前記第2レンズ群は、物体側より順に、物体側に比べ像側に屈折力の絶対値が大きい凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ、負レンズ、物体側に凸面を向けた正レンズ、負レンズを有することを特徴としている。

【0030】請求項10の発明は請求項1から9のいずれか1項の発明において前記第3レンズ群全体を光軸に対し垂直方向の成分を持つように変位させて光軸に対し垂直方向の像位置の補正を行うことを特徴としている。

【0031】請求項11の発明は請求項1から10のいずれか1項の発明において前記第3レンズ群は物体側より順に、物体側に凸面を向けた正レンズG31と、像面側に凹面を向けたメニスカス形状の負レンズG32を有し、該正レンズG31の物体側の面の曲率半径をR31a、像側の面の曲率半径をR31b、該負レンズG32の物体側の面の曲率半径をR32a、像側の面の曲率半径をR32bとするとき

$$1. 3 < (R31b + R31a) / (R31b - R31a) < 2. 3$$

$$-4. 0 < (R32b + R32a) / (R32b - R32a) < -1. 5$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

【0032】請求項12の発明は請求項1から11の発明のズームレンズが撮像素子上に像を形成する為の光学系であることを特徴としている。

【0033】請求項13の発明の光学機器は請求項1～12のいずれか1項に記載のズームレンズと、該ズームレンズによって形成された像を受光する撮像素子を有することを特徴としている。

【0034】

【発明の実施の形態】以下、本発明のズームレンズ及びそれを有する光学機器の実施形態について説明する。

【0035】図1は本発明の実施形態1の広角端におけるレンズ断面図、図2、図3、図4は本発明の実施形態1の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。

【0036】図5は本発明の実施形態2の広角端におけるレンズ断面図、図6、図7、図8は本発明の実施形態2の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。

【0037】図9は本発明の実施形態3の広角端におけるレンズ断面図、図10、図11、図12は本発明の実施形態3の広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。

【0038】図13は本発明のズームレンズの近軸屈折力配置の要部概略図である。

【0039】図14は本発明において、光学系が振動したときに生ずる画像ぶれを補正する光学的原理の説明図である。

【0040】各実施形態のズームレンズのレンズ断面図と図13において、L1は正の屈折力の第1レンズ群、L2は負の屈折力の第2レンズ群、L3は正の屈折力の第3レンズ群、L4は正の屈折力の第4レンズ群である。SPは開口絞りであり、第3レンズ群L3の前方に位置している。

【0041】Gは光学フィルター、フェースプレート等に相当する光学ブロックである。IPは像面であり、撮像手段の撮像面が位置している。FPはフレアーカット絞りであり、不要光をカットしている。

【0042】各実施形態では、第3レンズ群L3の全部を光軸と垂直方向の成分を持つように移動（変移）させることにより、光学系全体が振動（傾動）したときの撮影画像のぶれを補正している。尚、第3レンズ群L3の一部を光軸と垂直方向の成分を持つように移動させて撮影画像のぶれを補正しても良い。

【0043】各実施形態では、広角端から望遠端への変倍（ズーム）に際して矢印のように、第2レンズ群L2を像面側へ移動させると共に、変倍に伴う像面変動を第4レンズ群L4を移動させて補正している。また、第4レンズ群L4を光軸上移動させてフォーカシングを行うリヤフォーカス式を採用している。第4レンズ群L4に関する実線の曲線4aと点線の曲線4bは、各々無限遠物体と近距離物体にフォーカスしているときの広角端から望遠端への変倍に伴う像面変動を補正するための移動軌跡を示している。尚、第1レンズ群L1と第3レンズ群L3は、変倍及びフォーカスの為には光軸方向に不動である。

【0044】各実施形態においては、第4レンズ群L4を移動させて変倍に伴う像面変動の補正を行うと共に、第4レンズ群L4を移動させてフォーカスを行うようにしている。特に、曲線4a、4bに示すように、広角端から望遠端への変倍に際して物体側へ凸状の軌跡を有するように移動させている。これにより第3レンズ群L3と第4レンズ群L4との空間の有効利用を図り、レンズ全長の短縮化を効果的に達成している。各実施形態において例えば、望遠端において無限遠物体から近距離物体へフォーカスを行う場合には、矢印4cに示すように第4レンズ群L4を前方に繰り出すことで行っている。

【0045】各実施形態においては、第3レンズ群L3を光軸と垂直方向の成分を持つように移動（変移）させて光学系全体が振動したときの像ぶれを補正するようにしている。これにより、可変頂角プリズム等の光学部材や防振のためのレンズ群を新たに付加することなく防振を行うようにし、光学系全体が大型化するのを防止している。

【0046】次にレンズ群を光軸と垂直方向の成分を持つように移動させて撮影画像のぶれを補正する防振系の光学的原理を図14を用いて説明する。

【0047】図14（A）に示すように、光学系が物点P側より順に、固定群（固定レンズ群）Y1、偏心群（偏心レンズ群、シフト群）Y2そして固定群（固定レンズ群）Y3の3つのレンズ群から成り立っており、光学系から十分に離れた光軸La上の物点Pが撮像面IPの中心に像点pとして結像しているものとする。今、撮像面IPを含めた光学系全体が、図14（B）のように手ぶれにより瞬間的に傾いたとすると、物点Pは像点P'にやはり瞬間的に移動し、ぶれた画像となる。一方、偏心群Y2を光軸Laと垂直方向に移動させると、図14

（C）のように、像点pは点p''に移動し、その移動量

と方向は光学系の屈折力配置に依存し、そのレンズ群の偏心敏感度として表される。そこで図14(B)で、手振れによってずれた像点 p' を偏心群Y2を適切な量だけ光軸と垂直方向に移動させることによって、もとの結像位置 p に戻すことで図14(D)に示すとおり、手振れ補正つまり防振を行っている。

【0048】今、光軸を θ °補正するために必要な偏心群Y2の移動量(シフト量)を Δ 、光学系全体の焦点距離を f 、偏心群Y2の偏心敏感度を TS とすると Δ は以下の式で与えられる。

$$\Delta = f \cdot \tan(\theta) / TS$$

今、偏心群Y2の偏心敏感度 TS が大きすぎると、移動量 Δ は小さな値となり防振に必要なシフト群Y2の移動量は小さく出来るが、適切に防振を行うための制御が困難になり、補正残りが生じてしまう。特に、ビデオカメラやデジタルスチルカメラでは、CCDなどの撮像素子のイメージサイズが銀塩フィルムと比べて小さく、同一画角に対する焦点距離が短いため、同一角度を補正するための偏心群Y2のシフト量 Δ が小さくなる。従って、メカの精度が同程度だと画面上での補正残りが相対的に大きくなることになってしまう。

【0050】一方偏心敏感度 TS が小さすぎると制御のために必要な偏心群Y2の移動量が大きくなってしまい、偏心群Y2を駆動するためのアクチュエーターなどの駆動手段も大きくなってしまう。

【0051】各実施形態では、各レンズ群の屈折力配置を適切な値に設定することで、第3レンズ群L3の偏心敏感度 TS を適正な値とし、メカの制御誤差による防振の補正残りが少なく、アクチュエーターなどの駆動手段の負荷も少ないズームレンズを達成している。

【0052】次に各実施形態のレンズ構成の特徴について説明する。

【0053】(ア-1) 第1レンズ群L1を、物体側より順に、物体側に比べ、像側に屈折力の絶対値に大きい凹面を向けた負レンズG11、正レンズG12、物体側に凸面を向けた2枚のメニスカス形状の正レンズG13、G14で構成している。負レンズG11と正レンズG12は独立又は接合されている。

【0054】実施形態1では正レンズG12と正レンズG14、実施形態2では正レンズG12、実施形態3では正レンズG12、正レンズG13、正レンズG14に異常分散性の硝材を使用することで第1レンズL1群で発生する色収差、特に焦点距離が長くなったときに補正が困難になる2次スペクトルを良好に補正している。

【0055】特に実施形態2では正レンズG12にアッペ数 ν_d が90以上の異常分散性の硝材を用いて、2次スペクトルを良好に補正している。

【0056】又、2次スペクトルを抑制する為に第1レンズ群L1中の負レンズG11の材料のアッペ数を ν 、部分分散比を Pgf とすると、

$$30 < \nu < 40 \quad \dots (1)$$

$$Pg f < 0.6 \quad \dots (2)$$

なる条件式を満足している。

$$\text{但し } Pg f = (Ng - Nf) / (Nf - Nc)$$

Ng 、 Nc 、 Nf は各々 g 線、 c 線、 f 線に対する材料の屈折率である。

【0057】条件式(1)の下限を超えると負レンズG11と正レンズG12材料の分散の差が大きくなって、2波長での色消しを行う際に、各レンズの屈折力が弱くなって望遠端での球面収差の補正等には有利となるが、2次スペクトルを補正するための適切な硝材の選択が出来なくなってしまう。逆に上限を超えると各レンズの屈折力が強くなりすぎて望遠端での球面収差等が困難になるので良くない。また条件式(2)の上限を超えると正レンズG12と負レンズG11の材料の部分分散比の差が大きくなって2次スペクトルの補正が難しくなってくる。

【0058】更に好ましくは、条件式(1)、(2)の数値範囲を

$$32 < \nu < 38 \quad \dots (1a)$$

$$Pg f < 0.59 \quad \dots (2a)$$

とするのが良い。

【0059】(ア-2) 第1レンズ群L1を構成する複数の正レンズの材料の平均アッペ数を $\nu+$ とすると、

$$\nu+ > 75 \quad \dots (3)$$

なる条件を満足している。条件式(3)の下限を超えると条件式(1)の条件下で色収差の補正を行おうとすると各レンズの屈折力が大きくなり過ぎて他の諸収差、特に望遠端における球面収差やコマ収差の補正が困難になるので良くない。

【0060】更に好ましくは条件式(3)の数値範囲を $\nu+ > 76 \quad \dots (3a)$

とするのが良い。

【0061】(ア-3) 第1レンズ群L1の最も物体側に負レンズを配置している。これによって第1レンズ群と第2レンズ群間の主点間隔を小さくして前玉有効径が小さくなるようにしている

(ア-4) 通常、民生用の4つのレンズ群より成るズームレンズでは第1レンズ群は1枚の負レンズと2枚の正レンズで構成されているが、低分散硝材は屈折率も低いため、これをそのまま第1レンズ群中に使用すると各レンズの曲率が大きくなって望遠端における球面収差の補正が困難になる。

【0062】そこで各実施形態では第1レンズ群L1を1枚の負レンズと3枚の正レンズより構成することで正レンズの各レンズ面の曲率を適切な範囲とすることが出来、望遠端での球面収差を良好に補正している。

【0063】(ア-5) 第1レンズ群L1の焦点距離を $f1$ 、第1レンズ群L1中の負レンズG12の焦点距離

離を $f1N$ とするとき

$$1.2 < |f1N|/f1 < 2.2 \quad \dots (4)$$

なる条件式を満足している。

【0064】条件式(4)の下限を超えると広角端での歪曲の補正が困難になるので良くない。

$$1.4 < |f1N|/f1 < 2.0 \quad \dots (4a)$$

とするのが良い。

【0067】(ア-6) 実施形態1、3では十分な色収差補正効果を得る為に第1レンズ群L1中に材料のアッペ数を $\nu1+$ とするとき、

$$\nu1+ > 80 \quad \dots (5)$$

なる条件式を満足する複数の正レンズを有している。

【0068】(ア-7) 良好な光学性能を維持しつつ、ズームレンズ全系の小型化を図る為に、第2レンズ群L2の焦点距離を $f2$ 、広角端での全系の焦点距離を fw 、望遠端での全系の焦点距離を ft とするとき

【0069】

【数3】

$$1.7 < f1/\sqrt{(fw \cdot ft)} < 2.9 \quad (6)$$

$$0.3 < |f2|/\sqrt{(fw \cdot ft)} < 0.6 \quad (7)$$

【0070】なる条件式を満足している。

【0071】条件式(6)は、第1レンズ群L1の屈折力を規定する式である。条件式(6)の下限を超えて第1レンズ群L1の屈折力が強くなると、条件式(1)、(2)を満たしていても二次スペクトルの発生量が大きくなっていくので好ましくない。また、広角側で発生する倍率色収差が大きくなり補正困難となるためよくない。逆に上限を超えて第1レンズ群L1の屈折力が弱まると、レンズ全長が長くなり全系の小型化が難しくなる。

【0072】条件式(7)は、第2レンズ群L2の屈折力を規定する式である。条件式(7)の下限を超えて第2レンズ群L2の屈折力が強くなると、変倍時の第2レンズ群L2の移動量は小さくなるが、ベッツバール和が全体に負の方向に大きくなり像面湾曲の補正が困難にな※

$$-3.8 < (R11b + R11a) / (R11b - R11a) < -2.0 \quad \dots (8)$$

なる条件式を満足している。

【0078】条件式(8)の下限を超えると、望遠端で球面収差の補正が困難になるので良くない。逆に上限を超えると広角端での歪曲収差の補正が困難になるので良★

$$-3.0 < (R11b + R11a) / (R11b - R11a) < -2.2 \quad \dots (8a)$$

とするのが良い。

【0080】(ア-10) 第1レンズ群L1のもっと☆

$$0.55 < (R12b + R12a) / (R12b - R12a) < 1.1 \quad \dots (9)$$

なる条件式を満足している。

【0081】条件式(9)の下限を超えると望遠端での

*【0065】また上限を超えると第1レンズ群L1内での色収差の補正が十分に行えないので良くない。

*【0066】更に好ましくは条件式(4)の数値範囲を

※るので良くない。逆に条件式(7)の上限を超えると、第2レンズ群L2の変倍時の移動量が大きくなり、レンズ系全体が小型にならないので良くない。

10 【0073】更に好ましくは条件式(6)、(7)の数値範囲を

【0074】

【数4】

$$2.0 < f1/\sqrt{(fw \cdot ft)} < 2.5 \quad (6a)$$

$$0.4 < |f2|/\sqrt{(fw \cdot ft)} < 0.5 \quad (7a)$$

【0075】とするのが良い。

【0076】(ア-8) デジタルスチルカメラ用のズームレンズでは高解像力が要望されており、特に変倍に伴う倍率色収差を通常のビデオカメラ用のズームレンズに比べて、より良好に補正することが要望されている。そのため、第2レンズ群L2を、3枚以上の負レンズと1枚以上の正レンズより構成している。負レンズが2枚だけでは、全長短縮のために第2レンズ群L2の屈折力を大きくして変倍における移動量を小さくしようとすると、倍率色収差の補正が困難になる。この為第2レンズ群L2を物体側より順に、物体側に比べ像側に屈折力の絶対値が大きい凹面を向けたメニスカス形状の負レンズ、負レンズ、物体側に凸面を向けた正レンズ、負レンズを有するように構成することで第2レンズ群L2の主点の色消しを効果的に行って変倍に伴う倍率色収差の変動を良好に補正している。

【0077】(ア-9) 球面収差や歪曲などの諸収差を良好に補正するために、第1レンズ群L1中の負レンズG11の物体側の面の曲率半径を $R11a$ 、像側の面の曲率半径を $R11b$ とするとき

★くなく。

40 【0079】更に好ましくは、条件式(8)の数値範囲を

☆も物体側の正レンズG12の物体側の面の曲率半径を $R12a$ 、像側の面の曲率半径を $R12b$ とするとき

球面収差の補正が困難になるので良くない。逆に上限を超えると望遠端での歪曲の補正が困難になる。

50

【0082】更に好ましくは条件式(9)の数値範囲を

$$0.60 < (R12b + R12a) / (R12b - R12a) < 1.0 \cdot \quad (9a)$$

とするのが良い。

【0083】(ア-11) 第3レンズ群L3の一部又は全部を光軸に垂直方向の成分を持つようにシフトすることで防振を行っている。各実施形態では第3レンズL3全体をシフトさせている。

【0084】光学性能、特に防振時の光学性能を良好に維持しつつ光学全長の小型化を達成する為に、第3レンズ群L3を2枚以上の正レンズと1枚以上の負レンズより構成している。特に、第3レンズ群L3を物体側から順に、物体側に凸面を向けた正レンズと物体側に比べ像*

* 面側に屈折力の絶対値が大きい凹面を有するメニスカス形状の負レンズを配置することで収差補正と全長短縮を両立を図っている。

【0085】更により良い光学性能を達成する為に、第3レンズ群L3の最も物体側に位置している正レンズの物体側の面の曲率半径をR31a、像側の面の曲率半径をR31b、第3レンズ群L3の負レンズの物体側の面の曲率半径をR32a、像側の面の曲率半径をR32bとすると、

$$1.3 < (R31b + R31a) / (R31b - R31a) < 2.3 \quad \dots (10)$$

$$-4.0 < (R32b + R32a) / (R32b - R32a) < -1.5 \quad \dots (11)$$

の条件式を満足している。

【0086】条件式(10)は、第3レンズ群L3の最も物体側の正レンズの形状因子を規定する式である。条件式(10)の上限を超えて、メニスカスの度合いが強まると各レンズ面で発生するコマ収差が大きくなり、高次のコマ収差が発生する。特に、防振時の偏芯コマ収差の発生が顕著になり、防振時の性能劣化となるためよくない。また下限を超えて両凸形状となると、物体側の面で発生する倍率色収差を像側面で補正する作用が弱まるためよくない。

【0087】条件式(11)は、第3レンズ群L3の負レンズの形状因子を規定する式である。条件式(11)の下限を超えてメニスカスの度合いが強まると、像側のレンズ面において一次の軸上色収差が補正過剰に作用し、g線がd線に対してオーバーとなりすぎるためよく※

※ ない。また上限を超えてメニスカスの度合いが弱まると、第3レンズ群L3をテレフォト構成とする作用が弱まり、レンズ全長が長くなるためよくない。

【0088】このような負レンズを設けた場合、そのレンズ面で正の歪曲収差が発生する。これが防振時における偏心歪曲が大きくなる原因となる。

【0089】この減少を低減させるには、第3レンズ群L3全体で発生する歪曲収差を少なくしてやればよい。

【0090】各実施形態では、負レンズの像面側に正レンズを配置することによってある程度のテレフォト構成を維持しつつ、第3レンズ群L3内で歪曲収差を補正し、第3レンズ群L3をシフトして防振を行う際に、発生する偏心歪曲収差の発生を低減している。

【0091】更に好ましくは条件式(10)、(11)の数値範囲を

$$1.5 < (R31b + R31a) / (R31b - R31a) < 2.0 \quad \dots (10a)$$

$$-3.5 < (R32b + R32a) / (R32b - R32a) < -2.0 \quad \dots (11a)$$

とするのが良い。

【0092】(ア-12) 第4レンズ群L4を2枚の正レンズと1枚の負レンズで構成して、変倍時やフォーカス時に第4レンズ群L4が移動する事により発生する球面収差や像面湾曲の変動を低減している。

【0093】更に第4レンズ群L4の少なくとも1枚の正レンズは非球面を有している。

【0094】(ア-13) 防振時の光量変化の低減を達成するためには変倍時に絞り開口径を望遠側で小さくして中心光束を制限することで相対的に周辺光量を増加するようにしている。

【0095】第3レンズ群L3は防振のために主軸と垂直方向の成分を持つように移動する分、レンズ径をそれだけ大きくしてやる必要がある。従って、Fナンバーで

規制する以外の余計な軸上光束が入り過ぎないようにする為に、第3レンズ群L3の物体側あるいは像面側に固定の絞りを配置している。各実施形態では、第3レンズ群L3と第4レンズ群L4の間に固定絞りFPを配置することでスペースを有効に利用しつつ、不要な光束が通過しないようにしている。

【0096】次に本発明のズームレンズを撮影光学系として用いたデジタルスチルカメラ(光学機器)の実施形態を図15を用いて説明する。

【0097】図15において、10はカメラ本体、11は本発明のズームレンズによって構成された撮影光学系、12は被写体像を観察するためのファインダーである。

【0098】13はストロボ装置、14は測定窓、15

はカメラの動作を知らせる液晶表示窓、16はリリースボタン、17は各種のモードを切り替える操作スイッチである。このように本発明のズームレンズを光学機器に適用することにより小型で高い光学性能を有する光学機器を達成している。

【0099】以上のように、構成することにより各実施形態によれば望遠端の色収差を良好に補正し、かつズーム全域に渡って良好な光学性能を有するズームレンズを実現している。

【0100】特に、変倍比8以上の大きな変倍比を持ちながら、従来のビデオカメラ用のズームレンズと比較して望遠側の二次スペクトルが良好に補正され高い光学性能を有し、100万画素以上の画素を有する撮影素子を有するデジタルカメラにも十分対応できる光学性能を有したズームレンズ及びそれを有する各種の光学機器を実現することが出来る。

【0101】次に、本発明の実施形態1～3に各々対応する数値実施例1～3を示す。各数値実施例においてi

は物体側からの光学面の順序を示し、 R_i は第i番目の光学面(第i面)の曲率半径、 D_i は第i面と第i+1面との間の間隔、 N_i と ν_i はそれぞれd線に対する第i番目の光学部材の材料の屈折率、アッベ数を示す。またkを離心率、B、C、D、E、F・・・を非球面係数、光軸からの高さhの位置での光軸方向の変位を面頂点を基準にしてxとすると、非球面形状は、

$$x = (h^2/R) / [1 + \{1 - (1+k)(h/R)^2\}^{1/2}] + Bh^4 + Ch^6 + Dh^8 + Eh^{10} + Fh^{12} + Gh^{14} + Hh^{16}$$

で表示される。但しRは曲率半径である。また例えば「e-Z」の表示は「 10^{-Z} 」を意味する。また、各数値実施例における上述した条件式との対応を表1に示す。

【0102】fは焦点距離、FnoはFナンバー、 ω は半画角を示す。

【0103】

【外1】

$f = 7.83 \sim 76.01 \quad Fno = 2.85 \sim 2.88 \quad 2\omega = 59.7^\circ \sim 6.8^\circ$

R 1 = 86.825	D 1 = 2.20	N 1 = 1.806100	ν 1 = 33.3
R 2 = 42.152	D 2 = 8.20	N 2 = 1.496999	ν 2 = 81.5
R 3 = -553.228	D 3 = 0.20		
R 4 = 58.170	D 4 = 2.90	N 3 = 1.487490	ν 3 = 70.2
R 5 = 104.170	D 5 = 0.20		
R 6 = 35.956	D 6 = 5.20	N 4 = 1.496999	ν 4 = 81.5
R 7 = 215.663	D 7 = 可変		
R 8 = 83.609	D 8 = 1.00	N 5 = 1.834807	ν 5 = 42.7
R 9 = 9.407	D 9 = 5.15		
R10 = -26.289	D10 = 0.90	N 6 = 1.698797	ν 6 = 55.5
R11 = 3398.144	D11 = 0.44		
R12 = 16.151	D12 = 3.30	N 7 = 1.846660	ν 7 = 23.9
R13 = -46943.551	D13 = 0.70	N 8 = 1.666718	ν 8 = 48.3
R14 = 19.636	D14 = 可変		
R15 = 絞り	D15 = 2.70		
R16 = 14.153	D16 = 2.70	N 9 = 1.583126	ν 9 = 59.4
R17 = 52.819	D17 = 3.40		
R18 = 41.739	D18 = 0.70	N10 = 1.781821	ν 10 = 26.5
R19 = 17.426	D19 = 0.60		
R20 = 77.293	D20 = 2.40	N11 = 1.516330	ν 11 = 64.1
R21 = -32.875	D21 = 1.66		
R22 = 絞り	D22 = 可変		
R23 = 17.394	D23 = 2.60	N12 = 1.772499	ν 12 = 49.6
R24 = -103.141	D24 = 0.60	N13 = 1.846660	ν 13 = 23.9
R25 = 29.936	D25 = 0.67		
R26 = 165.291	D26 = 2.80	N14 = 1.583126	ν 14 = 59.4
R27 = -47.917	D27 = 可変		
R28 = ∞	D28 = 3.10	N15 = 1.516330	ν 15 = 64.1
R29 = ∞			

焦点距離 可変距離	7.83	36.41	76.01
D 7	0.85	25.97	33.05
D14	34.07	8.95	1.87
D22	13.09	7.05	11.32
D27	5.50	11.54	7.27

非球面係数

R16 $k = -5.92779e+00$ $B = 2.15051e-04$ $C = -2.30502e-06$ $D = 1.81389e-08$ $E = 0.00000e+00$
 $F = 0.00000e+00$ $G = 0.00000e+00$ $H = 0.00000e+00$

R27 $k = -3.25780e+01$ $B = -7.81018e-06$ $C = 1.43816e-07$ $D = 3.84931e-10$ $E = 0.00000e+00$
 $F = 0.00000e+00$ $G = 0.00000e+00$ $H = 0.00000e+00$

$f = 7.83 \sim 75.80$ $Fno = 2.85 \sim 4.00$ $2\omega = 59.7 \sim 6.8^\circ$

R1 = 104.933	D1 = 2.20	N1 = 1.806100	ν 1 = 33.3
R2 = 44.931	D2 = 0.10		
R3 = 45.262	D3 = 9.10	N2 = 1.433870	ν 2 = 35.1
R4 = -216.975	D4 = 0.20		
R5 = 49.999	D5 = 1.00	N3 = 1.487490	ν 3 = 70.2
R6 = 109.201	D6 = 0.20		
R7 = 98.254	D7 = 5.60	N4 = 1.487490	ν 4 = 70.2
R8 = 283.203	D8 = 可変		
R9 = 94.312	D9 = 1.00	N5 = 1.834807	ν 5 = 42.7
R10 = 9.598	D10 = 5.00		
R11 = -28.690	D11 = 0.90	N6 = 1.696797	ν 6 = 55.5
R12 = -1465.208	D12 = 0.44		
R13 = 16.640	D13 = 1.30	N7 = 1.846660	ν 7 = 23.9
R14 = -758.009	D14 = 0.70	N8 = 1.658441	ν 8 = 50.9
R15 = 20.462	D15 = 可変		
R16 = 絞り	D16 = 2.70		
R17 = 14.164	D17 = 2.70	N9 = 1.583126	ν 9 = 59.4
R18 = 55.825	D18 = 3.40		
R19 = 42.704	D19 = 0.70	N10 = 1.761821	ν 10 = 26.5
R20 = 17.110	D20 = 0.60		
R21 = 68.932	D21 = 2.40	N11 = 1.516330	ν 11 = 64.1
R22 = -23.980	D22 = 1.86		
R23 = 絞り	D23 = 可変		
R24 = 16.099	D24 = 2.60	N12 = 1.772499	ν 12 = 49.6
R25 = -492.942	D25 = 0.60	N13 = 1.846660	ν 13 = 23.9
R26 = 24.350	D26 = 0.67		
R27 = 100.836	D27 = 2.80	N14 = 1.583126	ν 14 = 59.4
R28 = -48.953	D28 = 可変		
R29 = ∞	D29 = 3.10	N15 = 1.516330	ν 15 = 64.1
R30 = ∞			

可変距離 鏡点距離	7.83	35.43	75.80
D8	0.86	28.71	34.01
D15	35.01	9.15	1.86
D23	13.13	7.29	11.72
D28	6.60	11.34	6.91

非球面係数

R17 $k = -5.79044e+00$ $B = 2.11387e-04$ $C = -2.14516e-06$ $D = 1.56957e-08$ $E = 0.00000e+00$
 $F = 0.00000e+00$ $G = 0.00000e+00$ $H = 0.00000e+00$

R28 $k = -2.65366e+01$ $B = 8.49378e-06$ $C = 1.99136e-08$ $D = 1.49890e-09$ $E = 0.00000e+00$
 $F = 0.00000e+00$ $G = 0.00000e+00$ $H = 0.00000e+00$

$$f = 7.90 \sim 77.15 \quad Fno = 1.88 \sim 2.88 \quad 2\omega = 59.3^\circ \sim 6.7^\circ$$

R 1 = 97.747	D 1 = 2.20	N 1 = 1.834000	ν 1 = 37.2
R 2 = 41.686	D 2 = 2.20	N 2 = 1.496999	ν 2 = 81.6
R 3 = -340.912	D 3 = 0.20		
R 4 = 48.167	D 4 = 2.90	N 3 = 1.496999	ν 3 = 81.6
R 5 = 90.337	D 5 = 0.20		
R 6 = 37.077	D 6 = 5.30	N 4 = 1.496999	ν 4 = 81.6
R 7 = 253.585	D 7 = 可変		
R 8 = 79.293	D 8 = 1.00	N 5 = 1.882997	ν 5 = 40.8
R 9 = 9.671	D 9 = 5.15		
R10 = -26.726	D10 = 0.90	N 6 = 1.696797	ν 6 = 55.6
R11 = -438.944	D11 = 0.44		
R12 = 16.498	D12 = 3.30	N 7 = 1.846660	ν 7 = 23.9
R13 = -721.286	D13 = 0.70	N 8 = 1.719995	ν 8 = 50.2
R14 = 21.167	D14 = 可変		
R15 = 絞り	D15 = 2.70		
R16 = 14.249	D16 = 2.70	N 9 = 1.683126	ν 9 = 59.4
R17 = 62.819	D17 = 2.40		
R18 = 37.191	D18 = 0.70	N10 = 1.761821	ν 10 = 26.5
R19 = 17.190	D19 = 0.80		
R20 = 89.286	D20 = 2.40	N11 = 1.516330	ν 11 = 64.1
R21 = -23.647	D21 = 1.66		
R22 = 絞り	D22 = 可変		
R23 = 17.483	D23 = 2.60	N12 = 1.772489	ν 12 = 49.6
R24 = -94.329	D24 = 0.60	N13 = 1.846660	ν 13 = 23.9
R25 = 39.718	D25 = 0.67		
R26 = 170.924	D26 = 2.80	N14 = 1.683126	ν 14 = 59.4
R27 = -48.064	D27 = 可変		
R28 = ∞	D28 = 3.10	N15 = 1.516330	ν 15 = 64.1
R29 = ∞			

焦点距離 可変距離	7.90	34.98	77.15
D 7	0.85	25.92	32.99
D14	33.99	8.92	1.85
D22	12.68	6.66	11.29
D27	6.60	11.54	6.89

非球面係数

$$R16 \quad k = -6.06693e+00 \quad B = 2.16491e-04 \quad C = -1.29553e-06 \quad D = 1.74315e-08 \quad E = 0.00000e+00 \\ F = 0.00000e+00 \quad G = 0.00000e+00 \quad H = 0.00000e+00$$

$$R27 \quad k = -1.26780e+01 \quad B = -7.81918e-06 \quad C = -1.43216e-07 \quad D = 1.84931e-10 \quad E = 0.00000e+00 \\ F = 0.00000e+00 \quad G = 0.00000e+00 \quad H = 0.00000e+00$$

【0106】

* * 【表1】

条件式	数値実施例		
	1	2	3
(1) $\nu -$	33.27	33.27	37.16
(2) P_{eff}	0.5881	0.5881	0.5776
(3) $\nu +$	77.77	76.52	81.54
(4) $ f1N /f1$	1.847	1.744	1.596
(6) $f1/\sqrt{(f1-R)}$	2.305	2.332	2.251
(7) $ f2 /\sqrt{(f2-R)}$	0.453	0.472	0.460
(8) $(R11b+R11a)/(R11b-R11a)$	-2.887	-2.486	-2.487
(9) $(R12b+R12a)/(R12b-R12a)$	0.858	0.865	0.782
(10) $(R31b+R31a)/(R31b-R31a)$	1.732	1.980	1.739
(11) $(R32b+R32a)/(R32b-R32a)$	-2.433	-2.337	-2.719

【0107】

【発明の効果】本発明によれば高変倍比で多くの画素よりなる固体撮像素子を用いたときにも、十分対応できる高い光学性能を有したズームレンズ及びそれを有する光学機器を達成することができる。

【0108】この他本発明によれば光学系の一部を構成する比較的小型軽量のレンズ群を光軸と垂直方向の成分を持つように移動させて、該光学系が振動（傾動）したときの画像のぶれを補正するように構成するとともに、画素のぶれを補正するためのレンズ群の構成を適切なも

のとすることにより、装置全体の小型化、機構上の簡素化及び駆動手段の負荷の軽減化を図りつつ、該レンズ群を偏心させた時の偏心収差を良好に補正した防振機能を有し、かつ望遠側の二次スペクトルを良好に補正し、100万画素以上の画素を有する撮像素子を用いたカメラであっても、十分対応することができるズームレンズ及びそれを有する光学機器を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

- 【図1】 本発明の数値実施例1のレンズ断面図
 【図2】 本発明の数値実施例1の広角端の収差図
 【図3】 本発明の数値実施例1の中間のズーム位置の収差図
 【図4】 本発明の数値実施例1の望遠端の収差図
 【図5】 本発明の数値実施例2のレンズ断面図
 【図6】 本発明の数値実施例2の広角端の収差図
 【図7】 本発明の数値実施例2の中間のズーム位置の収差図
 【図8】 本発明の数値実施例2の望遠端の収差図
 【図9】 本発明の数値実施例3のレンズ断面図
 【図10】 本発明の数値実施例3の広角端の収差図
 【図11】 本発明の数値実施例3の中間のズーム位置の収差図

*

- *【図12】 本発明の数値実施例3の望遠端の収差図
 【図13】 本発明のズームレンズの近軸屈折力配置の概略図

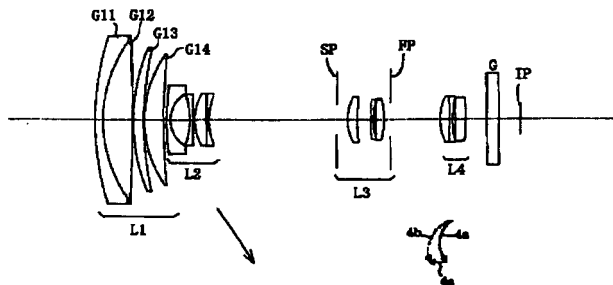
【図14】 本発明における防振の光学的原理の説明図

【図15】 本発明の光学機器の要部概略図

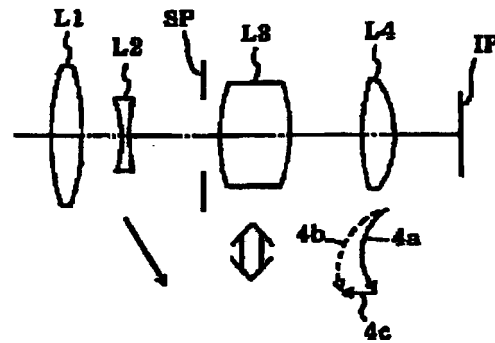
【符号の説明】

- L1 第1レンズ群
 L2 第2レンズ群
 L3 第3レンズ群
 L4 第4レンズ群
 d d線
 g g線
 ΔM メリディオナル像面
 ΔS サジタル像面
 SP 絞り
 FP フレアークット絞り
 IP 結像面
 G CCDのフォーカスプレートやローパスフィルター等のガラスブロック
 ω 半面角
 fno Fナンバー

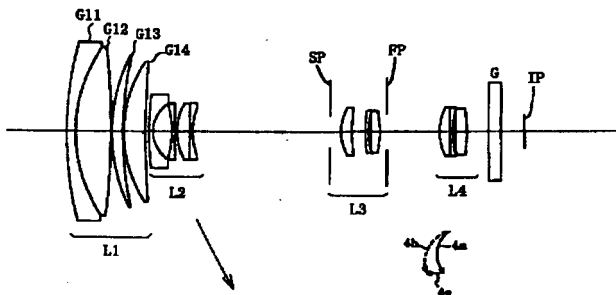
【図1】



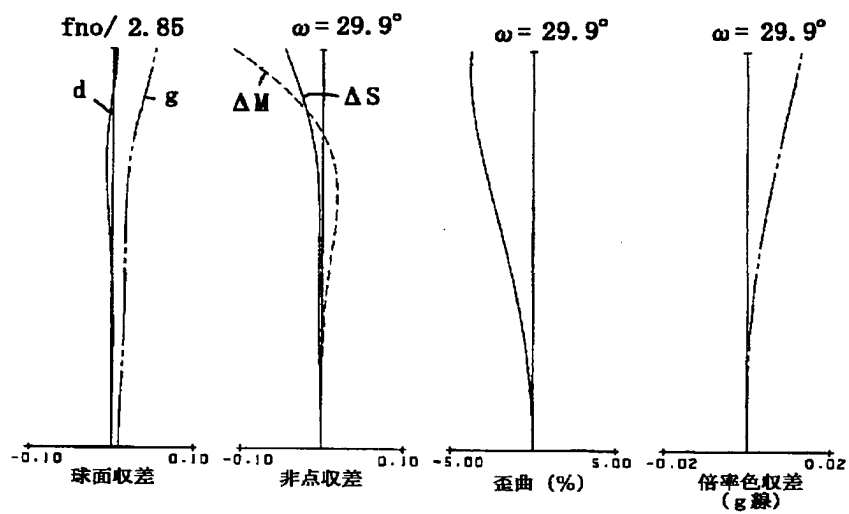
【図13】



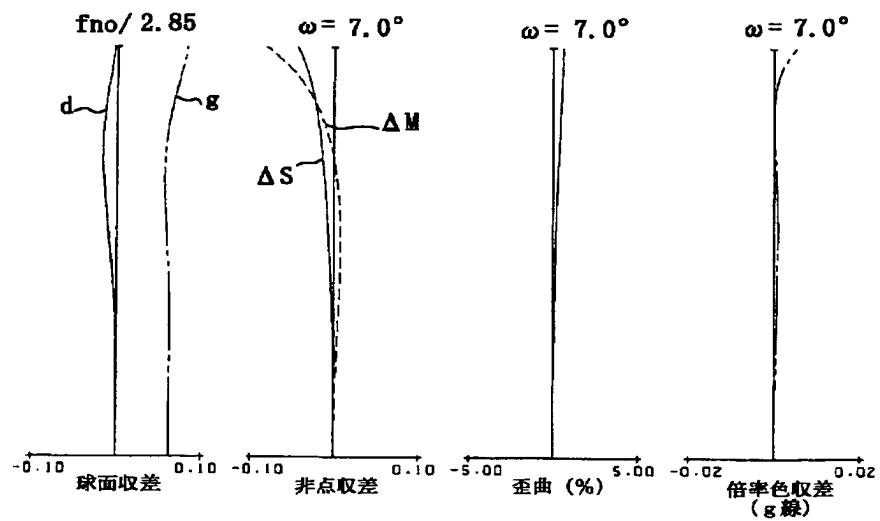
【図5】



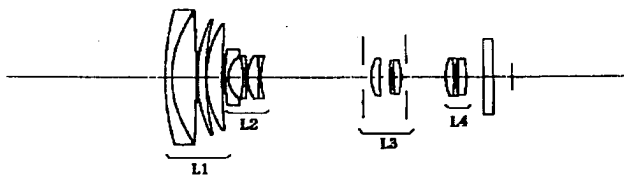
【図2】



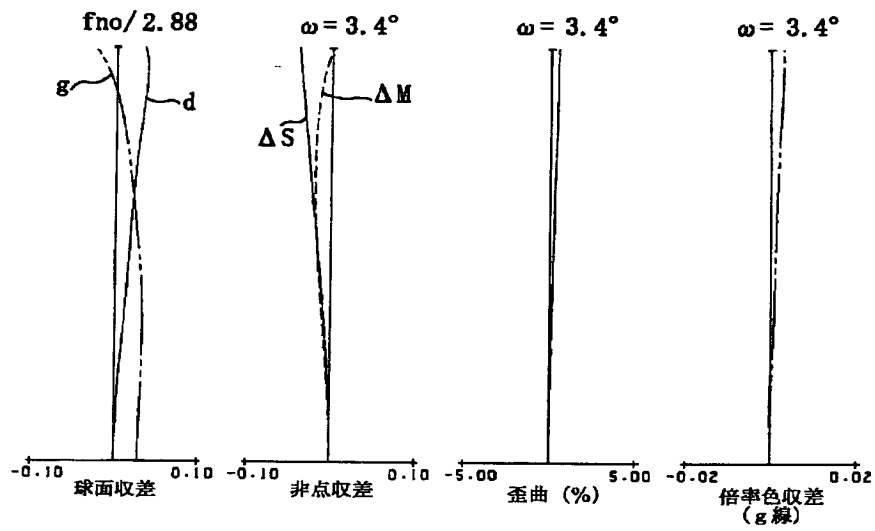
【図3】



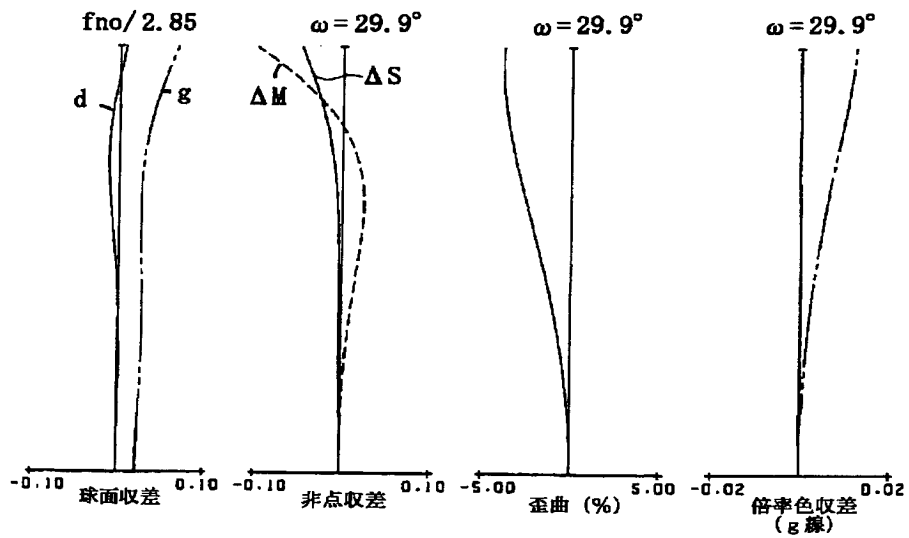
【図9】



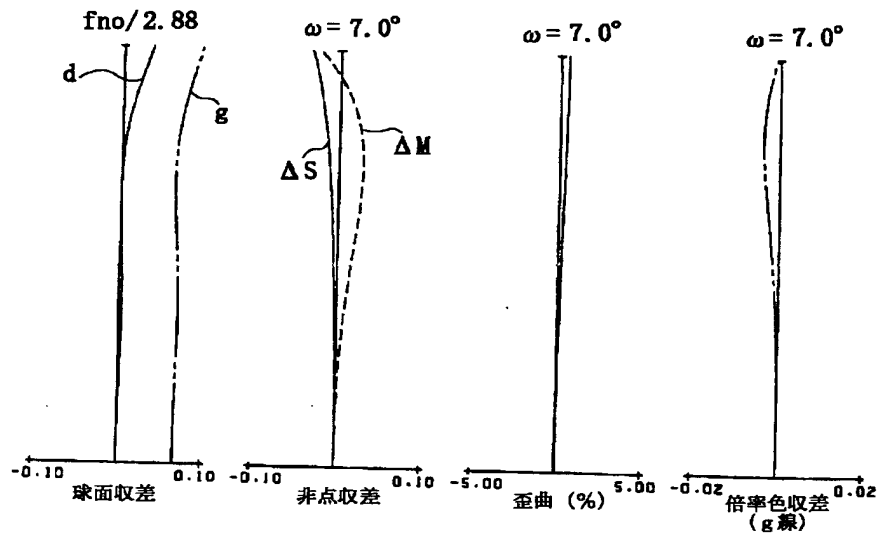
【図4】



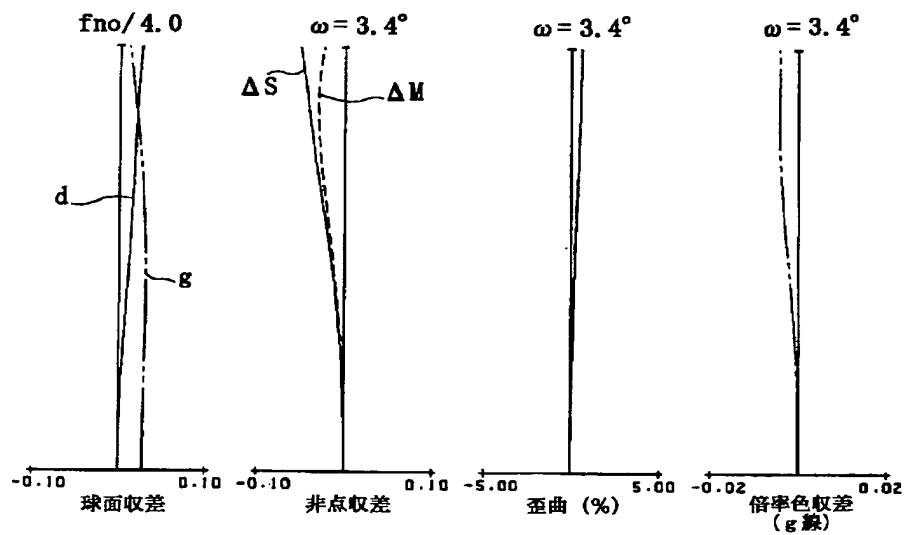
【図6】



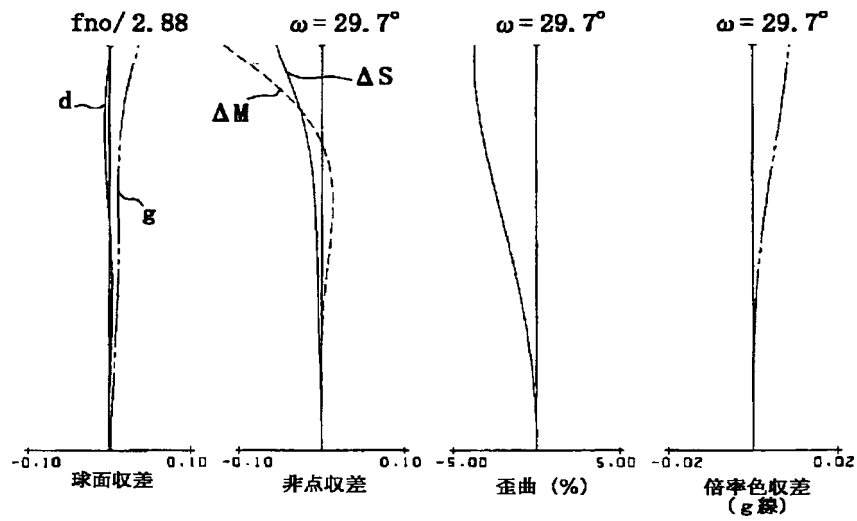
【図7】



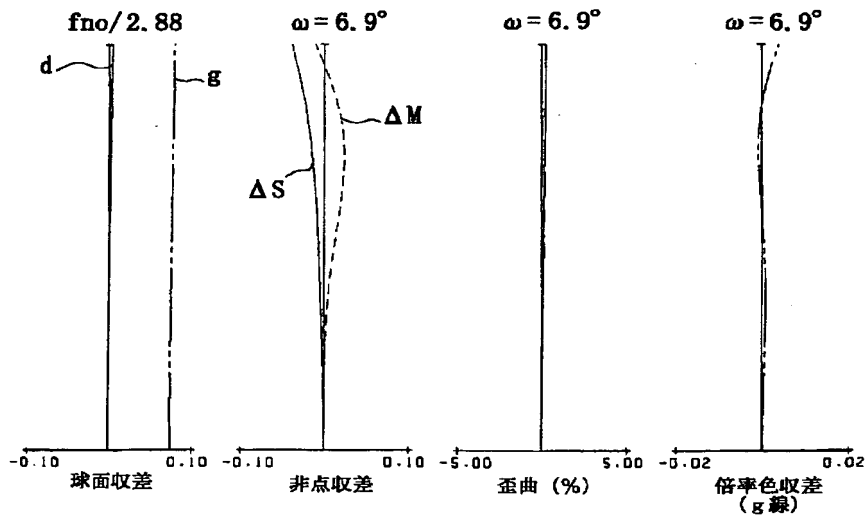
【図8】



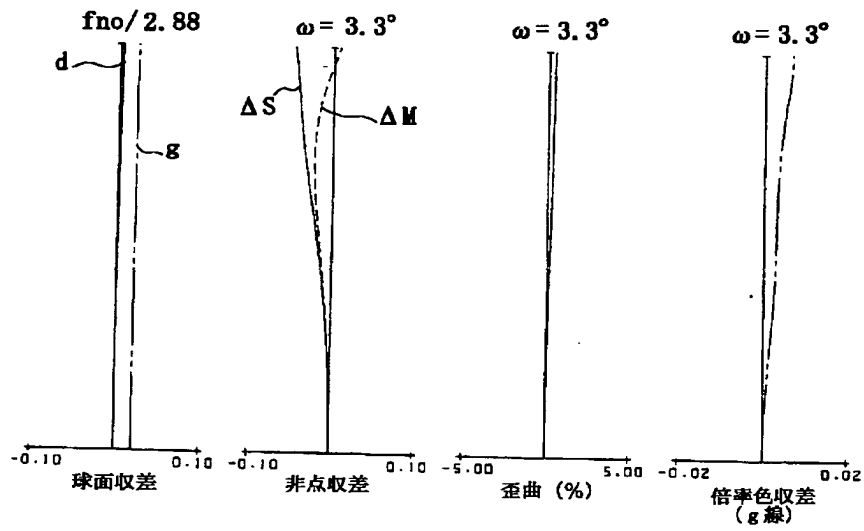
【図10】



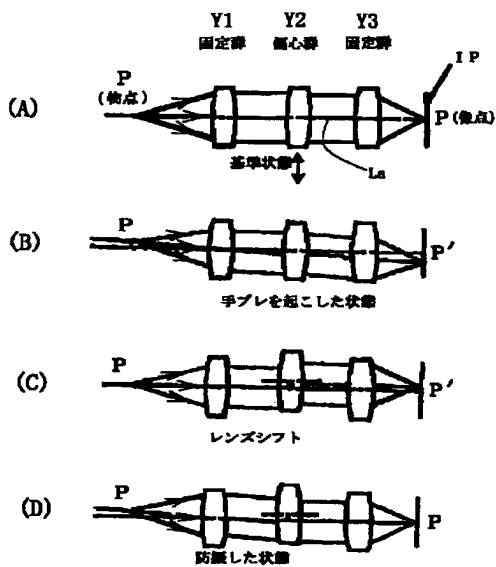
【図11】



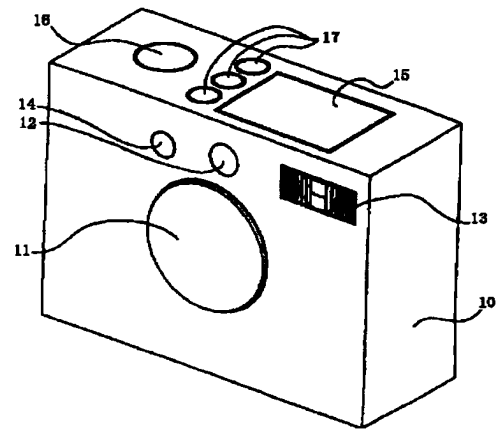
【図12】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H087 KA01 MA15 NA07 PA11 PA20
PB14 QA02 QA07 QA17 QA21
QA25 QA34 QA42 QA45 RA05
RA12 RA13 RA32 RA37 RA42
RA43 SA23 SA27 SA29 SA32
SA63 SA65 SA72 SA74 SB05
SB15 SB24 SB34

THIS PAGE BLANK (USPTO)